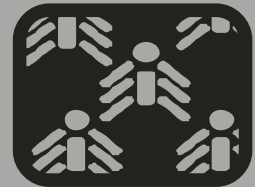


PROTOCOLO DE ESPECIFICACIONES DE GESTIÓN DE CALIDAD EN REDES DE TELEFONÍA MÓVIL EN COLOMBIA



AUTOR

Msc. Mónica Andrea Rico Martínez
Ingeniera de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomás de Aquino -USTA
Maestría en Ingeniería
Universidad Industrial de Santander UIS
monik1911@hotmail.com
COLOMBIA

Fecha de Recepción del Artículo: Abril 04 de 2008 **Fecha de Aceptación del Artículo:** Mayo 13 de 2008

Artículo Tipo 1

RESUMEN

Este artículo contiene el desarrollo de una investigación que aún no ha sido explorada en Colombia, a pesar de que en los demás países hermanos latinoamericanos ya está siendo implementada y utilizada con frecuencia. Observar, analizar y estudiar las redes móviles en Colombia, ha permitido conocer y descubrir avances y falencias de los actores de la telefonía celular, desde los operadores, pasando por los reguladores hasta los usuarios finales, aspectos que han hecho posible el desarrollo de un protocolo de especificaciones para gestionar la calidad de servicio en la telefonía móvil celular, una propuesta que servirá potencialmente como guía ya sea a los operadores, organismos de regulación o a los mismos clientes para garantizar niveles mínimos de QoS. La importancia del protocolo de especificaciones de calidad de servicio en las redes de telefonía móvil celular radica principalmente en la satisfacción del usuario final, teniendo en cuenta el número creciente de usuarios en Colombia y en el mundo. La información de la calidad de servicio de las redes de TMC (Telefonía Móvil Celular) deberá ser transparente al usuario y deberá cumplir unos niveles mínimos, los cuales serán supervisados por los organismos de regulación del país, en este caso la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones CRT.

PALABRAS CLAVE

Protocolo, Gestión de Calidad, Calidad de Servicio, Telefonía Móvil Celular.

ABSTRACT

This article contains the development of an investigation that not yet has been explored in Colombia, although in the other countries Latin American brothers already

it is being implemented and being used frequently. To observe, to analyze and to study the mobile networks in Colombia, have allowed to know and to discover advances and errors of the actors of the cellular telephony, from the operators, happening through the regulators to the end users, aspects that have made the development possible of a protocol of specifications to manage the quality of service in the cellular mobile telephony, a proposal that will serve potentially as it guides or the operators, organisms of regulation or to such clients to

guarantee minimum levels of QoS. The importance of the protocol of specifications of quality in the networks of cellular mobile telephony is mainly in the satisfaction of the end user, considering the increasing number of users in Colombia and the world. The information of the quality of service of the TMC networks (Cellular Mobile Telephony) will have to be transparent to the user and will have to fulfill levels minimum, which will be supervised by the organisms of regulation of the country, in this case the Telecommunications Commission of Regulation CRT.

KEYWORDS

Protocol, Management of Quality, Quality of Service, Cellular Mobile Telephony.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las telecomunicaciones han avanzado de manera sorprendente y Colombia no puede hacer a un lado este desarrollo tecnológico, por tal razón la llegada de nuevas aplicaciones multimedia, o aplicaciones con ciertos requisitos en retardo, en redes móviles, han conseguido que la provisión de cierto nivel de calidad de servicio en la red sea un objetivo de vital importancia.

Esta importancia cada vez es mayor, no sólo porque los clientes han madurado y no se conforman simplemente con acceder a los servicios, sino que demandan cada vez más una mayor calidad, tanto en el uso privado de los servicios móviles, como en el uso profesional que muchos han hecho de ellos, al hacer depender una buena parte de sus negocios de la utilización de la red móvil.

Desde el punto de vista tecnológico, es evidente la importancia de una buena calidad de servicio en las redes de telefonía móvil celular. Esto unido a los problemas que se presentan en Colombia, surge la necesidad de crear un protocolo que muestre qué requisitos debe cumplir una red móvil, entendida como un conjunto de elementos, para que los usuarios se sientan satisfechos.

Desde el punto de vista científico, es importante realizar una investigación, que comprenda un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan hechos específicos, en este caso analizar la calidad de servicio en las redes de telefonía móvil, o dar explicaciones lógicas y coherentes de las realidades planteadas y establecer teorías medianamente estables.

En este artículo se encontrará la descripción general del proyecto con su respectiva metodología, luego se describirá a grandes rasgos que es la telefonía móvil celular, cómo es el estado del arte en Colombia y en el mundo, para dar paso a la metodología planteada para las mediciones y el diseño preliminar del protocolo, finalizando

con los resultados esperados, teniendo en cuenta que esta investigación aún no ha concluido.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En Colombia existen 3 Operadores de Telefonía móvil, los cuales utilizan tecnología TDMA, GSM y CDMA. Dada la geografía del territorio Colombiano, en algunos lugares es imposible obtener señal de estos operadores, de igual forma en muchos casos la comunicación se corta o se producen ecos, que causan una transmisión muy regular del servicio.

Cada día son mayores las quejas de los usuarios de telefonía móvil, por la baja calidad de servicio en las llamadas de voz, o porque simplemente en algunos lugares o recintos no tienen señal en su Terminal móvil.

Por otra parte en Colombia, la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones CRT sólo tiene establecidas normas para los usuarios de Telefonía Pública Básica Conmutada Local y Extendida (TBCL, TBCLE), es decir, no hay regulación de la calidad del servicio para Telefonía Móvil Celular. Aquí es donde se cuestiona, ¿qué está pasando con las inconformidades de los clientes de telefonía móvil?, ¿existe en Colombia algún mecanismo (ej. certificación de QoS) que pueda establecer si el operador está prestando un óptimo servicio?, ¿cómo se le da solución a las quejas de los usuarios?

Otro aspecto para tener en cuenta, es que con el avance de la tecnología y las comunicaciones, se están desarrollando muchas aplicaciones para telefonía móvil que requieren amplio ancho de banda y demandan una excelente calidad de servicio. En nuestro país los operadores de telefonía móvil, están brindando cada vez mayor apoyo, al desarrollo de aplicaciones móviles, que combinan transmisiones de datos tanto por ráfagas de tiempo real con tasa de bits constante (síncronas) o tasa de bits variable (asíncronas).

Visto desde esa forma, es de gran importancia que estas aplicaciones cuenten con un buen nivel de QoS, para poder operar y disfrutar los servicios, que se están gestionando a nivel nacional e internacional, en todas las áreas de la ciencia, que utilizan como por ejemplo SMS, MMS, localización, teleconferencia, telecontrol, telemetría, portales móviles entre otros, para sus aplicaciones.

El interés de este proyecto, es entonces crear un modelo o protocolo donde se especifiquen los requisitos que debe cumplir una red de telefonía móvil en Colombia, teniendo en cuenta los elementos que conforman el acceso a la red móvil y el núcleo de voz y datos (Corazón de la Red), que aunque son heterogéneos, están íntimamente relacionados, y que a su vez, estas especificaciones

sirvan como una propuesta o guía ya sea a los operadores, organismos de regulación o a los mismos clientes para garantizar niveles mínimos de QoS, en Colombia.

Para realizar este proyecto, se han seguido varias etapas, la primera consistió en obtener información sobre el dominio del problema y el sistema actual, aquí se recopiló información acerca de que es telefonía móvil celular, los elementos funcionales de la red, su historia y evolución, de igual forma se estableció en un documento el estado del arte de la telefonía móvil celular en el mundo y en Colombia, así como también se estudió que es la calidad de servicio, sus clases y bloques funcionales y las especificaciones existentes en otros países para gestionar la calidad de servicio en dichas redes.

En la etapa 2 se definió el marco regulatorio del proyecto, para este fin se recopiló la mayor información posible existente, acerca de la normatividad en las redes de Telefonía Móvil Celular a nivel nacional e Internacional, mediante investigaciones realizadas en la CRT (Comisión reguladora de Telecomunicaciones), la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y la ETSI (European Telecommunications Standard Institute).

En la etapa 3 se realizó y planteó un diseño preliminar del protocolo y una metodología de mediciones para realizar sobre las redes móviles colombianas, que posteriormente alimentarían al protocolo final, debido a que el protocolo final es el producto del contraste de la información teórica con las mediciones y el juicio de los expertos.

En la etapa 4 (etapa en la que se encuentra actualmente el proyecto) se realizan las mediciones propuestas en la metodología, una vez recogida la información se procede a hacer el análisis mediante las estadísticas del caso.

En la etapa final se define el protocolo de especificaciones con base al marco teórico y al análisis de las mediciones realizadas y se coloca a juicio de expertos, una vez los expertos valoren el protocolo, el proyecto llegará a su conclusión, con la posibilidad de presentarlo como propuesta, ante la Comisión Reguladora de telecomunicaciones y al Ministerio de Comunicaciones para su adopción.

2. CALIDAD DE SERVICIO

La calidad en general es el Grado en el cual un conjunto de características inherentes satisfacen requerimientos, por tal razón cómo se mencionó anteriormente, gestionar la calidad es uno de los

aspectos más importantes en el diseño de redes de telefonía móvil, así como de los servicios que se prestan en ellas.

No obstante, dependiendo de los elementos implicados, se puede diferenciar el concepto de calidad (ver figura 1), de tal forma que encontramos la calidad desde el punto de vista del cliente y la calidad desde el punto de vista de la red.

Figura 1. Clasificación de QoS [2]



Fuente: Autor del proyecto

Desde el punto de vista del cliente, la calidad se entiende como la satisfacción de éste; es decir, como el grado de cumplimiento de las expectativas del servicio global frente a la percepción subjetiva del funcionamiento de la red y del terminal, así como del servicio prepago y pospago.

En Colombia esta calidad es medida a través del NSU (Nivel de satisfacción de usuario) el cuál es controlado por la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones (CRT) cada tres meses. En este informe se toman en cuenta indicadores como: el producto/la comunicación, el servicio al cliente de la línea *611/*300, el servicio como tal (Prepago/pospago), los puntos de venta y atención al cliente y los planes y promociones.

Desde el punto de vista de la red, la calidad ofrecida es el resultado de las prestaciones ofrecidas por cada una de las partes implicadas; esto es, los terminales, la red de acceso, la red de transporte y los servicios.

Por otra parte, al hablar de calidad en la red, el concepto más ampliamente aceptado es el de "calidad de servicio", también conocido por QoS (Quality of Service) y que la ITU-T define como "el efecto colectivo de funcionamiento del servicio que determina el grado de satisfacción del usuario". En esta sección se pueden identificar tres aspectos que conforman la calidad de servicio y los cuales

son a su vez medidos:

2.1. La accesibilidad de la red

Se refiere a la disponibilidad de recursos de red suficientes para conectarse a un servicio: cobertura, disponibilidad de la red, etc. En este aspecto se incluyen parámetros como:

- El nivel de potencia recibido. Depende de la posición del terminal móvil dentro de la célula o celda e indica la zona de cobertura que tiene cada celda de la red de telefonía móvil. La falta de cobertura temporal o permanente de la red en una determinada ubicación es una de las causas más frecuentes de pérdidas de calidad por parte de la red móvil. El parámetro que indica la cobertura de un terminal móvil es el RxLev en la tecnología GSM y el RSSI en la tecnología UMTS.
- La disponibilidad de la red. Cuando un usuario intenta acceder a un servicio, puede que la red atienda esta petición y por tanto provea el servicio solicitado sin mayor problema (en este caso será una petición que ha evolucionado correctamente), o puede que por el contrario la petición no llegue a desembocar en la provisión del servicio solicitado. Las causas por las cuales no es posible realizar la provisión del servicio pueden ser varias, pero en todos los casos el efecto que sufre el usuario es el de un defecto o pérdida de calidad. Entre las posibles causas se encuentran, por ejemplo, la congestión de la red o la falta de recursos para atender al usuario, las interferencias creadas por otros equipos circundantes que hacen que no se puedan atender las peticiones de un usuario, etc.

2.2. La accesibilidad del servicio

Incluye los aspectos relacionados con la disponibilidad del servicio: tiempo de acceso, fuera de servicio, etc. En este segundo caso se incluyen parámetros como:

- El tiempo de acceso a un servicio. Es el tiempo que transcurre desde el momento en que el usuario realiza la petición de acceso a un determinado servicio hasta el instante en que se recibe la respuesta de éste. La contestación a la petición de acceso puede ser la provisión del servicio o la indicación de que el servicio no está disponible, que puede deberse bien a la falta de recursos por congestión del servicio o bien a la indisponibilidad de éste por avería.
- Las indisponibilidades del servicio. Las indisponibilidades del servicio se pueden deber a muchas causas, entre las que destacan las siguientes: servicio caído por avería, por congestión de recursos, por desactivación temporal, etc.

- El resultado del acceso al servicio. El resultado de un acceso a un servicio puede ser correcto si el servidor responde correctamente a la petición, o fallido si el servidor no responde o no proporciona alguna de las respuestas esperadas.

2.3. La integridad del servicio

Se refiere a la calidad ofrecida durante el uso del servicio: caídas, calidad de voz, throughput, etc. Este aspecto incluye parámetros como:

- La caída del servicio. Una caída de un servicio significa la imposibilidad de continuar accediendo a él tras establecerse la comunicación en un primer momento, siempre y cuando la imposibilidad sea motivada por cualquier causa ajena a la voluntad de sus usuarios y siempre que éstos se encuentren en todo momento en la zona de cobertura de la red.
- La calidad de la señal de voz. Permite valorar la calidad de la señal de voz recibida por el Terminal móvil en cada instante, y constituye por tanto una indicación del estado de la calidad de la red. En el caso de GSM/GPRS se indica con el parámetro RXQual y en UMTS con el parámetro C/I.
- La calidad de la transmisión de datos. Permite valorar la calidad en la transmisión de archivos (datos). Se mide mediante la tasa de error BER, que mide la calidad del canal establecido por la cantidad de errores que se producen en la transmisión de datos.
- El tiempo de navegación. Es el tiempo que tarda el usuario en recorrer el árbol de navegación que existe desde la entrada en el servicio hasta la llegada a la página deseada.
- La velocidad de acceso a un servicio o velocidad de transmisión (throughput). Es la cantidad de bits por segundo que se miden en una determinada transmisión durante el tiempo que dura la conexión.
- La efectividad del servicio. Es el porcentaje de accesos al servicio realizados y completados satisfactoriamente, frente a la totalidad de los accesos realizados.

3. DISEÑO PRELIMINAR DEL PROTOCOLO

El diseño preliminar del protocolo incluye especificaciones que deben considerar los operadores y entes reguladores de éste servicio para garantizar niveles mínimos de calidad de servicio en sus redes, esto basado en experiencias de otros países y en la estandarización de las organizaciones internacionales como la ETSI y la UIT.

Para constituir que parámetros podían establecerse para ser medidos en nuestro país, se realizó un máximo común

denominador entre la información de otros países (chile, argentina, ecuador, etc.) y la información ofrecida por la UIT y la ETSI. Sin embargo, se plantea que estos parámetros, una vez finalizado el protocolo, tienen que ser puestos a consideración de los mismos operadores de TMC en Colombia y de los entes reguladores del servicio para que en común acuerdo sean ampliados, modificados o dejados de la misma forma.

En este marco se establecen las condiciones relativas a la puesta a disposición de los usuarios de información adecuada sobre los niveles de calidad de servicio, garantizando la continuidad del sistema existente para el servicio telefónico móvil, primero se describirá los parámetros que posiblemente se deben adoptar para gestionar la calidad de servicio de los operadores de Telefonía Móvil celular en Colombia previendo la evolución de las redes, luego se darán recomendaciones para la metodología de medición y como se deberían publicar los datos.

3.1. Parámetros Mínimos De Calidad De Servicio Recomendados Para Servicios De Voz

Los parámetros recomendados en este protocolo son.

- Intentos de llamadas no completadas: 5% máximo.
- Llamadas caídas: 3% máximo.
- Tiempo de establecimiento de llamada: 12 segundos máximos.

Estos parámetros se justifican ampliamente en [1].

3.2. Parámetros Mínimos De Calidad De Servicio Recomendados Para Servicios De Datos

Los parámetros mínimos de calidad para los servicios de datos, se toman de acuerdo a las especificaciones de la UIT (uitm1079) y el estándar GSM (en cuanto a SMS):

- BER: Tiempo real Vs Tiempo No real
Retardo de transferencia máxima: menos de 20 a 300 ms. BER $1 \cdot 10^{-3}$ a $1 \cdot 10^{-7}$.
- Retardo de transferencia máxima: 150 ms.
BER $1 \cdot 10^{-5}$ a $1 \cdot 10^{-8}$.
- % de SMS fallidos: 5% máximo.
- Tiempo de recepción de un SMS: De 2 a 4 segundos.

Estos parámetros se tomaron de acuerdo a lo

estandarizado mundialmente, se debe cumplir con una exactitud relativa mayor al 10 % y un nivel de confiabilidad del 95 %.

3.3. Mediciones De Calidad De Servicio

Las medidas que deben entregar los operadores al ente regulador, deben reflejar exactamente las variaciones del tráfico sobre las horas de un día, los días de la semana y los meses del año. La medida se debe hacer a través de un sistema de recogida de datos automático basado en contadores de red, que proporcionan el tráfico verdadero de la red. Los contadores de red recogen la información las 24 horas al día, cada día del año.

Es así que cada operador obtendrá la medida a través de los contadores existentes en todas las MSC's de su red y en caso de que debido a la utilización de ciertas versiones del software proporcionado por el suministrador, los contadores de alguna MSC no funcionaran de forma adecuada, se sustituirá la medida de esa parte de la red por la obtenida a través de los contadores de las BSC's.

Teniendo en cuenta de que no todos los usuarios requieren servicio a la vez y por lo tanto las llamadas telefónicas son eventos individuales e independientes (dato que se toma de la observación empírica). Se plantea que esta medida sea a cualquier hora del día entre las 7:00 y las 21:00 horas, de cualquier día de la semana entre lunes y viernes.

El periodo de análisis debe ser de acuerdo a la tabla en el trimestre (cada tres meses). Las estadísticas deben ser proporcionadas a la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones (CRT) dentro de los primeros (20) días hábiles de Marzo, Junio, Septiembre, y Diciembre (estos datos se toman con base a lo establecido por la CRT en la resolución 409 para telefonía fija y teniendo en cuenta que estos meses son los de mayor acceso a llamadas en telefonía móvil).

Para determinar el mínimo porcentaje de destinos a medir, del total de destinos posibles que posee el operador (no tener en cuenta los destinos en las redes de otros operadores), y el número de horas al mes en que se debe medir cada serie, según lo descrito en la siguiente tabla. Si la cantidad de números destino dentro de la red del operador es superior al de líneas en servicio, deberá aplicar el porcentaje descrito en la tabla al total de números destino y no al total de líneas en servicio. El tamaño de cada serie puede ser definido por el operador. Esto se define con base a lo reglamentado por la CRT en la resolución 409 del 2001 que establece un

esquema de la evaluación técnica de la calidad de servicio para TBCL y TBCLE, escalado para telefonía móvil.

Tabla 1. Cantidad de porcentaje y horas a Medir por Líneas en Servicio

Número de Líneas en Servicio a Diciembre 31 del año anterior en medición	Mínimo porcentaje de destinos a medir	Número de horas a medir por mes en cada serie destino
Más de 5.600.001	85%	2
De 2.500.001 hasta 5.600.000	90%	4
De 250.001 hasta 2.500.000	95%	6
Menos de 250.000	100%	8

Fuente: [18] Ejemplo: Un operador que cuenta con 4'000.000 de líneas en servicio, al 31 de Diciembre del año anterior, debe medir por lo menos el 90% de destinos. Si el total de números destino dentro de la red de este operador es de 4'400.00, debe medir por lo menos el 90% de estos destinos, es decir 3'960.000 destinos agrupados en series según su necesidad

Se debe entonces:

a) Definir un programa de mediciones teniendo en cuenta lo descrito en este documento y en especial la tabla anterior.

b) Totalizar al final de cada mes, las llamadas caídas, las llamadas no completadas y el tiempo de espera promedio, diferenciando entre las llamadas con destino hacia su propia red y las de destino hacia otros operadores.

c) Realizar cálculos (los que se plantean en este documento) a nivel interno (dentro de la misma red), a nivel externo (hacia otras redes) y total.

d) Realizar auditorías internas y externas mediante la técnica drive-test, para verificar que los datos enviados son los correspondientes y así obtener un mejor análisis de las mediciones ofrecidas por los elementos de red.

Para realizar las mediciones se debe agrupar de la siguiente forma:

Tabla 2. Agrupación de Mediciones

Mediciones	Día "i"
Total de intentos de llamada	A _i
Total de intentos enviados a mensaje de red	B _i
Total de intentos con tono ocupado	C _i
Total de intentos con tono de ocupado rápido	D _i
Total de intentos enviados a buzón	E _i
Total de intentos con destino que no contesta	F _i
Total de intentos no completados por otras causas	G _i
Total de intentos con tiempo de establecimiento mayor a 12 segundos	H _i
Total de intentos de llamadas no completadas	I _i = B _i + C _i + D _i + E _i + F _i + G _i + H _i
Total de llamadas Caídas	J _i

Fuente: [19]

Las ecuaciones que se deben emplear para realizar estos cálculos son las siguientes:

Llamadas No completadas:

$$\left(\frac{\sum \text{Intentos toma TCH} - \sum \text{Exitos toma TCH}}{\sum \text{Intentos toma TCH}} \right) * 100$$

ó (I_i/A_i) * 100

Llamadas Caídas

$$\left(\frac{\sum \text{Llamadas interrumpidas}}{\sum \text{Llamadas con éxito}} \right) \text{ ó } (J_i/A_i - I_i) * 100$$

Grado de Servicio:

Total de llamadas Infructuosas / Intentos de Llamada

Se considera que el tiempo de espera promedio umbral para establecer una llamada es de 12 segundos máximo (este dato se toma haciendo un máximo común denominador de este parámetro en otros países), sin embargo este tiempo se pone a consideración de expertos.

Se debe proporcionar el porcentaje de llamadas fracasadas, el porcentaje de llamadas caídas, junto con el número de observaciones usadas y los límites absolutos de exactitud para un 95 % de confiabilidad calculada de este número. Para ambos métodos, las medidas deben

proporcionar una exactitud relativa mayor de 10 % y un nivel de la confiabilidad de 95 % (de acuerdo a la UIT).

En el caso de las mediciones de servicios de datos, se deben agrupar todos los contadores por celda y agruparlos por zona y enviar reporte de los tres parámetros que a continuación se describen bajo las siguientes fórmulas:

Porcentaje de SMS Fallidos: [SMS no exitosos / Total de SMS enviados]

Nota: Se tomará como exitoso cuando se obtenga el acuse de recibido o entregado del mensaje de texto en el Terminal móvil.

Tiempo de recepción de un SMS: $T_{recepción} - T_{envío}$

Nota: $T_{recepción}$: Punto del tiempo en el que el equipo móvil recibe la confirmación del centro de SMS.

$T_{envío}$: Punto del tiempo en el que la persona envía su SMS al centro de SMS

Otro aspecto que se tomará en cuenta para la medición de datos será la tasa de Error de bits de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$BER = E/N$$

Donde N es el número de bits transmitidos y E el número de bits recibidos con error.

3.4. Reporte De Información

Para el reporte de información se plantea lo siguiente: Todos los operadores deben reportar los datos a la comisión reguladora de telecomunicaciones cada tres meses, está último de acuerdo a la ley 142 de 1994 es la encargada de velar por que se cumplan con los parámetros mínimos de calidad exigidos.

En mutuo acuerdo entre operadores y entes de regulación se diseñará un formato para la entrega de resultados trimestrales.

Cada operador es responsable de establecer auditorias internas y externas para verificar que se estén cumpliendo los resultados enviados a la CRT.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Lo que se espera obtener con esta investigación es lo siguiente:

- Estudio del estado del arte de las comunicaciones móviles, incluyendo que es telefo-

nía móvil celular y la situación actual en el mundo y en Colombia.

- Caracterización de la normatividad en redes de Telefonía Móvil a nivel nacional e Internacional
- Estudio de Calidad de Servicio de una red de Telefonía Móvil
- Análisis estadístico de las Mediciones realizadas y Validación de las especificaciones de QoS
- Especificaciones de calidad de servicio para los componentes de la red, incluyendo conclusiones y recomendaciones.

Por otra parte una vez validado por expertos el protocolo se espera presentarlo al Ministerio de Comunicaciones en Colombia para que se convierta en un modelo a seguir para los operadores de telefonía móvil en Colombia.

5. REFERENCIAS

- [1]Protocolo de Especificaciones de gestión de calidad en redes de telefonía móvil en Colombia. Mónica Andrea Rico Martínez. Tesis de Maestría, 2006.
- [2]Telefónica. Sociedad de la Información. Publicaciones. Las Telecomunicaciones de nueva generación. España 2004. Tomado de Internet: http://www.telefonica.es/sociedaddeinformacion/html/publicaciones_home.shtml
- [3]Recomendaciones UIT. Página Internet www.itu.int
- [4]Recomendaciones GSM. Pagina de Internet www.gsm.org
- [5]Recomendaciones ETSI. Pagina de Internet www.etsi.org
- [6]Servicios de Valor Añadido en Redes Móviles Ad-hoc, Iván Vidal, Carlos García, Ignacio Soto, José Ignacio Moreno Departamento de Ingeniería Telemática Universidad Carlos III de Madrid
- [7]Pervasive and Mobile Computing., Revistas EBS-CO, ISSN 1574-1192, Elsevier Science.
- [8]Exploring the impact of culture on quality management, Stefan Lagrosen. The International Journal of Quality & Reliability Management. Bradford: 2003.Vol.20, Iss. 4/5; pg. 473, 15 pgs.
- [9]Solving the Qos puzzle. Alun Lewis. Telecommunications International. Norwood: Aug 2002.Vol.36, Iss. 8; pg. 22, 3 pgs
- [10]Mobile Communication Engineering. Lee, William C.(Author). Mobile Communications Engineering.Blacklick, OH, USA: McGraw-Hill Professional Book Group, 1997. p 692. <http://site.ebrary.com/lib/bibliouis/Doc?id=10015288&ppg=717>
- [11]Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software Versión 2.3. Amador Durán Toro, Beatriz Bernárdez Jiménez, Universidad de la

Sevilla , Abril 2002

[12]Comisión Reguladora de Telecomunicaciones. Normatividad. Colombia. Tomado de Internet: <http://www.crt.gov.co/>

[13]Unión Internacional de Telecomunicaciones. Quienes Somos. Tomado de Internet: <http://www.itu.int>

[14]Redes de Telefonía Móvil. Jornada LocalRet. Barcelona. Diciembre 2004. <http://localret.es>

[15]Gavilán Javier. Introducción al GSM. Evolución de los sistemas móviles. Conceptos básicos GSM. Curso. 2000

[16]Consultoría Para La Medición Del Nivel De Satisfacción Del Usuario [Nsu] Del Servicio De TMC Pospago.

Comisión Reguladora de Telecomunicaciones. Consenso S.A. Diciembre 2005.

[17]Consultoría Para La Medición Del Nivel De Satisfacción Del Usuario [Nsu] Del Servicio De TMC Prepago. Comisión Reguladora de Telecomunicaciones. Consenso S.A. Diciembre 2005.

[18]Comisión reguladora de telecomunicaciones. Resolución 409,2001.

[19]Metodología de evaluación de calidad de servicio de las redes móviles de servicio local para el año 2001, CO-FETEL